

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Hyun-ho PARK et al.

Application No.: Unassigned

Group Art Unit: Unassigned

Filed: October 28, 2003

Examiner: Unassigned

For: PARITY STORING METHOD AND ERROR BLOCK RECOVERING METHOD IN
EXTERNAL STORAGE SUBSYSTEM

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s) herewith
a certified copy of the following foreign application:

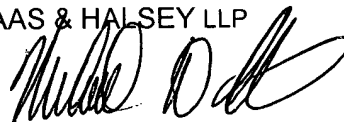
Korean Patent Application No(s). 2003-3764

Filed: January 20, 2003

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing
date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the
requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP



Date: October 28, 2003

By: _____

Michael D. Stein
Registration No. 37,240

1201 New York Ave, N.W., Suite 700
Washington, D.C. 20005
Telephone: (202) 434-1500
Facsimile: (202) 434-1501

대한민국 특허청

KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원번호 : 10-2003-0003764
Application Number

출원년월일 : 2003년 01월 20일
Date of Application JAN 20, 2003

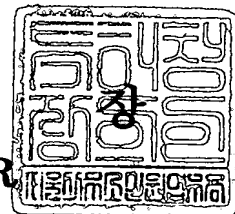
출원인 : 삼성전자주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003 년 04 월 07 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0003
【제출일자】	2003.01.20
【발명의 명칭】	외부 저장 서브 시스템에서의 패리티 저장 방법 및 에러블록 복구 방법
【발명의 영문명칭】	Parity Storing Method And Error block recovering Method In External Storage Sub-system
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	허성원
【대리인코드】	9-1998-000615-2
【포괄위임등록번호】	2003-002172-2
【대리인】	
【성명】	윤창일
【대리인코드】	9-1998-000414-0
【포괄위임등록번호】	2003-002173-0
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박현호
【성명의 영문표기】	PARK, HYUN HO
【주민등록번호】	620510-1691711
【우편번호】	449-913
【주소】	경기도 용인시 구성면 보정리 연원마을 성원아파트 113동 1202호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	오상원
【성명의 영문표기】	OH, SANG WON
【주민등록번호】	751105-1558848

【우편번호】 132-757

【주소】 서울특별시 도봉구 도봉2동 한신아파트 110-1101

【국적】 KR

【취지】 특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 다
리인 허성
원 (인) 대리인
윤창일 (인)

【수수료】

【기본출원료】	20 면	29,000 원
【가산출원료】	7 면	7,000 원
【우선권주장료】	0 건	0 원
【심사청구료】	0 항	0 원
【합계】	36,000 원	

【요약서】**【요약】**

본 발명은, 복수의 저장블록을 갖는 복수의 디스크로 구성된 외부 저장 서버 시스템에서의 패리티 저장 방법 및 에러블록 복구 방법에 관한 것이다. 본 패리티 저장 방법은, 상기 디스크들의 총 저장블록 중에서 데이터블록 및 패리티블록으로 각각 사용될 블록의 수를 결정하는 단계와; 상기 데이터블록의 수량에 대응하여 XYZ 직교좌표 상에서 가상의 데이터블록으로 구성된 3차원 블록 매트릭스를 구축하는 단계와; 상기 X, Y 및 Z 방향에서 상기 블록 매트릭스의 각 블록평면에 대해 가상 패리티블록을 배정하는 단계와; 상기 가상 데이터블록 및 상기 가상 패리티블록을 상기 디스크 내의 저장블록에 각각 할당하는 단계와; 상기 블록평면 내의 가상 데이터블록에 대응하는 저장블록들의 데이터 값에 기초하여 패리티 값을 구하는 단계와; 해당 블록평면에 대한 가상 패리티블록이 저장될 저장블록에 상기 패리티 값을 저장하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다. 이에 의하여, 복수의 에러블록복구가 가능하게 됨으로써, 저장매체의 복구 능력을 향상시키고 데이터의 신뢰성 및 안정성을 극대화시킬 수 있다.

【대표도】

도 2

【명세서】**【발명의 명칭】**

외부 저장 서브 시스템에서의 패리티 저장 방법 및 에러블록 복구 방법{Parity Storing Method And Error block recovering Method In External Storage Sub-system}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명에 따른 외부 저장 서브 시스템의 블록구성도,

도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 패리티 저장 과정을 보여주는 흐름도,

도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 3차원 블록 매트릭스를 나타내는 도면,

도 4 내지 도 6은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 각 블록평면에 대한 가상 패리티블록을 배정하는 도면,

도 7은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 가상 데이터블록 및 가상 패리티블록을 디스크 내의 저장블록에 할당한 도면,

도 8은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 에러블록 복구 과정을 보여주는 흐름도,

도 9는 에러블록을 복구하는 과정을 보여주기 위해 임의의 가상 데이터블록에 에러가 발생한 예를 나타내는 도면이다.

* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

1 : 호스트 컴퓨터 2 : 컨트롤러

3 : 인터페이스 4 : 메모리

5 : 인터페이스 6 : 디스크

7 : 저장블록

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

- <13> 본 발명은 외부 저장 서브 시스템에서의 패리티 저장 방법 및 에러블록 복구 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 복수의 블록에 에러 발생시 복구 능력이 향상된 외부 저장 서브 시스템에서의 패리티 저장 방법 및 에러블록 복구 방법에 관한 것이다.
- <14> 다량의 데이터 축적 및 액세스 속도 향상 등을 위해 사용되는 RAID (Redundant Arrays of Independent Disks)는 복수의 저장블록을 갖는 다수의 디스크 드라이브를 마치 하나의 드라이브처럼 작동하도록 하는 일련의 시스템으로 구성된다.
- <15> 한편, 디스크 배열 구조 및 특성에 따라 레벨0부터 레벨5까지 6개의 RAID레벨에 대해 알려져 있는데, 이 중 RAID4 및 RAID5는 소정의 규칙에 따라 몇 개의 저장블록을 그룹화하여 스트라이핑 블록(striping block)이라 명명하고 각 스트라이핑 블록 내의 데이터 값에 기초한 패리티 정보를 저장하는 저장블록을 가지고 있어 에러 복구가 가능하게 설계되어 있다.
- <16> 그러나, 멀티미디어 데이터의 양산 등으로 인한 대용량 디스크에 대한 요구는 디스크 읽기 과정에서의 실패 및 물리적 파손을 포함한 디스크 에러 확률을 더욱 증가시키게 되는데, 상기의 RAID4 및 RAID5는 동일 스트라이핑 블록인 패리티 그룹 내에서 하나의 에러블록이 발생한 경우에만 에러 복구가 가능한 단점이 있었다.

<17> 이에 따라, 동일 패리티 그룹 내에서 복수의 에러블록 발생시에도 데이터를 복구할 수 있는 리드-솔로몬 코드 (reed solomon code)를 이용하는 RAID6, 행 패리티 그룹 및 사선 패리티 그룹을 이용하는 EVENODD 기법 등과 같은 다양한 복구 방법들이 제안되고 있는데, 상기의 방법들 또한 동일 패리티 그룹 내에서 세 개 이상의 에러블록이 발생하는 경우에는 에러 복구가 불가능하다는 한계가 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<18> 따라서, 본 발명의 목적은, 복수의 에러블록, 특히 동일 패리티 그룹 내에서 세 개 이상의 에러블록이 발생한 경우에도 에러 복구가 가능한 외부 저장 서버 시스템에서의 패리티 저장 방법 및 에러블록 복구 방법을 제공하는 것이다.

【발명의 구성 및 작용】

<19> 상기 목적은, 본 발명에 따라, 복수의 저장블록을 갖는 복수의 디스크로 구성된 외부 저장 서버 시스템에서의 패리티 저장 방법에 있어서, 상기 디스크들의 총 저장블록 중에서 데이터블록 및 패리티블록으로 각각 사용될 블록의 수를 결정하는 단계와; 상기 데이터블록의 수량에 대응하여 XYZ 직교좌표 상에서 가상의 데이터블록으로 구성된 3차원 블록 매트릭스를 구축하는 단계와; 상기 X, Y 및 Z 방향에서 상기 블록 매트릭스의 각 블록평면에 대해 가상 패리티블록을 배정하는 단계와; 상기 가상 데이터블록 및 상기 가상 패리티블록을 상기 디스크 내의 저장블록에 각각 할당하는 단계와; 상기 블록평면 내의 가상 데이터블록에 대응하는 저장블록들의 데이터 값에 기초하여 패리티 값을 구하는 단계와; 해당 블록평면에 대한 가상 패리티블록이 저장될 저장블록에 상기 패리티 값을 저장하는 단계를 포함하는 것에 의해 달성된다.

- <20> 여기서, 상기 데이터블록 및 패리티블록의 수는 상기 디스크들의 총 저장블록 수 $K \geq M^3 + 3M$ 로 되는 정수 M 을 구하여 총 패리티블록 수 $N_{PB} = 3M$ 으로, 총 데이터블록 수 $P_{DB} = M^3$ 으로 결정되며, 상기 블록 매트릭스의 3차원 구조는 $M * M * M$ 으로 되도록 구성되는 것이 바람직하다.
- <21> 또한, 상기 블록 할당 단계는 해당 블록평면 내의 가상 데이터블록이 상기 디스크의 저장블록에 모두 할당된 후 상기 블록평면에 대한 가상 패리티블록을 상기 디스크 내의 저장블록에 할당하는 것이 바람직하며, 상기 패리티 값을 구하는 단계는 해당 블록평면 내의 가상 데이터블록에 대응하는 저장블록들의 데이터 값들을 배타적 논리합(XOR) 연산하는 것이 바람직하다.
- <22> 한편, 본 발명의 다른 분야에 따르면, 상기 목적은, 복수의 저장블록을 갖는 복수의 디스크로 구성된 외부 저장 서버 시스템에서의 에러블록 복구 방법에 있어서, 상기과 같은 패리티 저장 방법에 의해 데이터 및 패리티를 저장하는 단계와; 복수의 저장블록에서 에러 발생시 X, Y 및 Z 방향에서 각 블록평면에 대한 가상 패리티블록에 대응하는 패리티 블록을 이용하여 복구하는 단계를 포함하는 것에 의해 달성된다.
- <23> 여기서, 상기 복구 단계는, 각 블록평면 내에 에러블록의 수를 확인하는 단계와; 에러블록이 없거나 둘 이상인 것으로 판단된 경우 스킵하고, 에러블록이 하나인 경우에 그 에러블록을 제외한 블록평면 내의 가상 데이터블록에 대응하는 저장블록들의 데이터 값들을 배타적 논리합(XOR) 연산하는 단계와; 상기 연산 결과를 해당 블록평면에 대한 패리티 값과 비교하여 에러블록을 복구하는 단계와; 상기의 단계들을 X, Y 및 Z 방향으로 순차적으로 적용함을 반복하는 단계를 포함하는 것이 바람직하다.
- <24> 이하에서는 첨부도면을 참조하여 본 발명에 대해 상세히 설명한다.

- <25> 도 1은 본 발명에 따른 외부 저장 서버 시스템의 블록구성도이다. 도면에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 외부 저장 서버 시스템은 종래의 것과 마찬가지로 데이터 처리 및 디스크 입출력 요청을 위한 호스트 컴퓨터(1)와, 디스크에의 입출력 및 패리티 연산 등 RAID 관련 작업을 담당하는 컨트롤러(2)와, 디스크에의 접근 시간을 감소시키기 위한 캐시(cache) 역할을 담당하는 메모리(4)와, 데이터 및 패리티를 저장할 복수의 저장블록(6)을 갖는 디스크(7)가 마련되어 있다. 또한, 호스트 컴퓨터(1)와 컨트롤러(2)는 SCSI 또는 파이버 채널(Fibre Channel)과 같은 인터페이스로 접속되어 있으며, 컨트롤러(2)와 메모리(4) 역시 상기와 같은 인터페이스로 접속되어 있다.
- <26> 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 패리티 저장 과정을 보여주는 흐름도이다.
- <27> 먼저, 디스크들의 총 저장블록 수(K) 중에서 데이터블록으로 사용될 저장블록 수(N_{DB}) 및 패리티블록으로 사용될 저장블록 수(N_{PB})를 결정한다(S1).
- <28> 즉, 디스크들의 총 저장블록 수(K) $\geq M^3 + 3M$ 을 만족하는 최대정수 M 을 구하여 패리티블록으로 사용될 저장블록 수(N_{PB}) = $3M$ 으로, 데이터블록으로 사용될 저장블록 수(N_{DB}) = M^3 으로 결정한다.
- <29> 도 7에 나타난 바와 같이, 본 실시예에서의 17개의 디스크들은 각각 5개씩의 블록을 가지고 있으므로, 디스크들의 총 저장블록수 $K = 85$ 가 된다.
- <30> 이에 따라, 상기의 K 와 M 의 관계식을 만족하는 M 은 4가 되고, 패리티블록으로 사용될 저장블록 수(N_{PB}) = 12 로, 데이터블록으로 사용될 저장블록 수(N_{DB}) = 4^3 으로 결정된다.

- <31> 상기 결정된 데이터블록으로 사용될 저장블록 수(N_{PB})에 대응하여, 도 3과 같이, XYZ 직교좌표 상에서 가상의 데이터블록으로 구성된 3차원 블록 매트릭스를 구축한다 (S2). 상기 3차원 블록 매트릭스의 일부 블록에 표기된 기호는 각 가상 블록을 식별하는 식별자로서, 통상의 좌표계에서 좌표를 부여하는 방식과 동일한 방식을 취하여 생성해낸 것이다.
- <32> 이렇게 구축된 3차원 블록 매트릭스의 각 블록평면에 대해 가상 패리티블록을 배정한다(S3). 가상 패리티블록 배정 과정은 도 4 내지 도 6을 참조하여 설명하기로 한다. 동일한 X 좌표(X_i , i 는 임의의 정수)를 갖는 가상의 데이터블록으로 구성된 블록평면을 BX_i 라고 정의하고, 이는 Y 및 Z 좌표에 대해서도 동일하게 적용되는 것으로 한다.
- <33> 도 4는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 BX_i 에 대한 가상 패리티블록이 배정되는 과정을 보여주는 도면이다. 도면에 굵은 실선으로 표시된 바와 같이, X_1 좌표를 공통으로 갖는 가상의 데이터블록으로 구성된 블록평면(BX_1)에 대해 가상 패리티블록 PX_1 을 배정하며, BX_1 에 평행한 BX_2 내지 BX_4 에 대해서도 각각 가상 패리티블록 PX_2 내지 PX_4 를 배정한다. 상기의 가상 패리티블록은 반드시 XYZ 직교좌표 상의 특정좌표에 배치시킬 필요는 없으며, 가상 데이터블록이 사용하지 않는 빈 공간에 임의적으로 배치시키면 된다.
- <34> 도 5 및 도 6은 각각 BY_i 에 대한 가상 패리티블록 PY_i 를 배정하고, BZ_i 에 대한 가상 패리티블록 PZ_i 를 배정하는 도면으로서, 이에 대한 배정은 상기의 도 4에서와 동일한 방식을 취한다.
- <35> 상기 단계 S2 및 S3를 거쳐 생성된 가상 데이터블록 및 가상 패리티블록을 디스크 내의 저장블록에 각각 할당한다(S4).

- <36> 상기 할당 방법은 본 발명의 바람직한 실시예에 따라 가상 데이터블록 및 가상 패리티블록이 할당된 디스크 내의 저장블록을 나타낸 도 7 및 3차원 블록 매트릭스 및 가상 패리티블록을 나타낸 도 3 내지 도 6을 참조하여 설명하기로 한다.
- <37> 본 실시예에서의 외부 저장 서버 시스템은 도 7에서 보는 바와 같이, 각 5개씩의 저장블록을 갖는 17개의 디스크로 구성되어 있다. 본 도면에서 각각의 블록들은 저장블록을 나타낸 것이고, 세로로 배열된 저장 블록들은 하나의 디스크 내에 저장되어 있다. 또한, 각 블록들에 표기되어 있는 기호는 3차원 블록 매트릭스를 나타낸 도 3 내지 도 6의 기호와 동일한 것을 지시하는 것으로 한다.
- <38> 먼저, BX_1 내의 가상 데이터블록들을 각 디스크 내의 저장블록에 일대일 할당한 후 BX_1 에 대한 가상 패리티블록 PX_1 을 할당한다. BX_2 및 BX_3 에 대해서도 같은 작업을 반복한다. 여기서, 일대일 할당되는 가상 데이터블록의 좌표는 고정된 Y 좌표에 대해 Z 좌표를 증가시킨 후 Z 좌표가 끝나면 다시 Y 좌표를 증가시키는 방식으로 선정되고, 데이터 및 패리티가 저장될 디스크 내의 저장블록은 각 디스크에서 할당되지 않은 저장블록을 하나씩 선택하는 방식에 의해 선정된다.
- <39> 이 후에, BX_4 내의 가상 데이터블록들 중 Y_1 좌표를 갖는 가상 데이터블록들이 할당되면, BY_1 을 이루는 가상 데이터블록의 할당이 종료되는 경우에 해당되므로, BY_1 에 대한 가상 패리티블록 PY_1 을 할당한다. BX_4 내의 가상 데이터블록들 중 Y_2 및 Y_3 좌표에 대해서도 같은 작업을 반복한다.
- <40> BX_4 내의 가상 데이터블록들 중 Y_4Z_1 좌표를 갖는 가상 데이터블록이 할당되면, BZ_1 을 이루는 가상 데이터블록의 할당이 종료되는 경우에 해당되므로, BZ_1 에 대한 가상 패리티블록 PZ

$_1$ 을 할당한다. BX_4 내의 가상 데이터블록들 중 Y_4Z_2 및 Y_4Z_3 좌표에 대해서도 같은 작업을 반복한다.

<41> 마지막으로, $X_4Y_4Z_4$ 좌표를 갖는 가상 데이터블록이 할당되면, 아직 가상 패리티블록이 할당되지 않은 BX_4 , BY_4 및 BZ_4 에 대한 가상 패리티블록들을 할당하는 것으로 할당 과정이 종료된다.

<42> 상기 단계 S1~S4를 수행함으로써, 디스크 내의 저장블록 중에서 데이터 및 패리티가 저장될 데이터블록 및 패리티블록이 지정되게 되고, 하나의 패리티 정보를 구하는 데 기초가 되는 패리티 그룹인 블록평면이 정해지게 된다.

<43> 이 후에, 각 블록평면 내의 가상 데이터블록에 대응하는 저장블록들에 저장되어 있는 데이터 값에 기초하여 패리티 값을 구한다(S5).

<44> 즉, 하나의 블록평면 내의 가상 데이터블록에 대응하는 저장블록들에 저장되어 있는 데이터 값을 비트 대 비트로 배타적 논리합(XOR) 연산하여 패리티를 구한다.

<45> 예를 들어, 도 4에 굵은 선으로 표시된 BX_1 내의 가상 데이터블록에 대응하는 저장블록들에 저장되어 있는 데이터 값이 다음과 같다고 가정하면,

<46> $X_1Y_1Z_1 = 01$, $X_1Y_1Z_2 = 10$, $X_1Y_1Z_3 = 01$, $X_1Y_1Z_4 = 00$

<47> $X_1Y_2Z_1 = 01$, $X_1Y_2Z_2 = 00$, $X_1Y_2Z_3 = 01$, $X_1Y_2Z_4 = 00$

<48> $X_1Y_3Z_1 = 10$, $X_1Y_3Z_2 = 11$, $X_1Y_3Z_3 = 00$, $X_1Y_3Z_4 = 01$

<49> $X_1Y_4Z_1 = 10$, $X_1Y_4Z_2 = 00$, $X_1Y_4Z_3 = 11$, $X_1Y_4Z_4 = 10$

- <50> 상기의 16개의 숫자를 비트 단위로 묶어서 1의 개수가 홀수개면 0으로, 1의 개수가 짝수개면 1로 설정하게 되는데, 이러한 규칙에 따라 BX_1 에 대한 패리티 값은 10이 된다
- <51> 이렇게 연산된 패리티 값은 해당 블록평면에 대한 가상 패리티블록이 저장될 저장 블록에 저장된다(S6). 예를 들어, 상기에서 예시한 BX_1 에 대한 패리티 값은 패리티 블록 PX_1 에 저장되게 된다.
- <52> 상기 단계 S1~S6을 수행함으로써, 외부 저장 서버 시스템은 도 7에 도시한 바와 같은 배치로 데이터 및 패리티를 저장하는 것이 가능하게 된다.
- <53> 다음으로, 본 발명에 따른 에러블록 복구 과정을 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 에러블록 복구 과정을 나타낸 도 8 및 임의의 가상 데이터블록에 에러가 발생한 예를 보여주는 도 9를 참조하여 설명하기로 한다.
- <54> 상기와 같은 방법으로 데이터 및 패리티가 저장되어 있는 디스크 내의 저장블록에 에러가 발생한 경우, 에러가 발생한 에러블록을 복구하기 위해서는 X, Y 및 Z 방향에서 각 블록평면에 대한 가상 패리티블록에 대응하는 패리티 블록을 이용하여 복구하게 된다
- <55> 도 8을 참조하면, 에러블록이 발생하게 되면(S7), 먼저 블록평면 내에 에러블록이 하나인지 여부를 판단하여(S8), 에러블록이 없거나 둘 이상인 경우에는 스킵하고(S9), 에러블록이 하나인 경우에는 그 에러블록을 제외한 해당 블록평면 내의 가상 데이터블록에 대응하는 저장블록들의 데이터 값들을 배타적 논리합 (XOR)연산한 후(S10), 상기 연

산 결과를 X_1 블록평면에 대한 패리티블록 PX_1 에 대응하는 저장블록의 패리티 값과 비교하여 에러블록을 복구한다(S11).

<56> 모든 에러블록이 복구될 때까지, 상기 단계 S7~S11을 X , Y 및 Z 블록평면에 대해 반복 적용하게 된다(S13).

<57> 상기의 에러블록 복구 방법을 적용하여 에러블록을 복구하는 예를 도 9를 참조하여 설명하기로 한다.

<58> 도 9의 빗금 친 블록은 에러블록을 표시하는 것이고, 에러블록의 좌표는 $X_2Y_2Z_4$, $X_2Y_4Z_2$, $X_4Y_1Z_4$, $X_4Y_2Z_3$ 및 $X_4Y_4Z_4$ 이다 .

<59> 먼저, BX_1 , BX_2 , BX_3 및 BX_4 에 대해 순차적으로 에러블록의 수를 확인해 보면 각각 0, 2, 0, 3에 해당되어 모두 스킵하게 된다.

<60> BY_1 에 대해서는 에러블록의 수가 하나인 경우에 해당되므로, 복구를 위한 연산 및 복구작업을 수행한다. 즉, 에러블록인 $X_4Y_4Z_4$ 을 제외한 BY_1 내의 가상 데이터블록에 대응하는 저장블록들의 데이터 값들을 배타적 논리합 (XOR)연산한 후, 상기 연산 결과를 BY_1 에 대한 패리티블록 PY_1 에 대응하는 저장블록의 패리티 값과 비교한다. 상기 연산 결과와 패리티 값을 비트별로 비교하여 동일한 경우에는 0, 동일하지 않은 경우에는 1로 설정하여 상기 에러블록인 $X_4Y_1Z_4$ 에 대응되는 데이터블록에 저장하여 데이터를 복구한다.

<61> 다음으로, BY_2 , BY_3 , BY_4 및 BZ_1 에 대해 순차적으로 에러블록의 수를 확인해 보면 각각 2, 0, 2, 0에 해당되어 모두 스킵하게 된다.

<62> BZ_2 에 대해서는 에러블록의 수가 하나인 경우에 해당되므로, 복구를 위한 연산 및 복구작업을 수행한다. 즉, 에러블록인 $X_2Y_4Z_2$ 을 제외한 BZ_2 내의 가상 데이터블록에 대응

하는 저장블록들의 데이터 값들을 배타적 논리합 (XOR)연산한 후, 상기 연산 결과를 BZ_2 에 대한 패리티블록 PZ_2 에 대응하는 저장블록의 패리티 값과 비교한다. 상기 연산 결과와 패리티 값을 비트별로 비교하여 동일한 경우에는 0, 동일하지 않은 경우에는 1로 설정하여 상기 에러블록인 $X_2Y_4Z_2$ 에 대응되는 데이터블록에 저장하여 데이터를 복구한다.

<63> BZ_3 에 대해서도 에러블록의 수가 하나인 경우에 해당되므로, 상기와 같은 복구를 위한 연산 및 복구작업을 수행하여 에러블록인 $X_4Y_2Z_3$ 에 대응되는 데이터블록의 데이터를 복구한다.

<64> BZ_4 에 대해서는 이미 $X_4Y_1Z_4$ 가 복구되었음에도 불구하고 에러블록의 수가 2개인 경우에 해당되므로, 스킵한다.

<65> 상기와 같은 과정을 거쳤음에도 불구하고 복구되지 않은 에러블록이 여전히 존재하므로 상기와 같은 과정을 반복하여, BX_2 에 대한 복구 작업을 수행하여 $X_2Y_2Z_4$ 에 대응되는 데이터블록의 데이터를 복구하고, BX_4 에 대한 복구 작업을 수행하여 $X_4Y_4Z_4$ 에 대응되는 데이터블록의 데이터를 복구한다.

<66> 만약 패리티를 저장하고 있는 패리티블록에 에러가 발생한 경우에는 해당 블록평면 내의 가상 데이터블록에 대응하는 저장블록에 대한 복구 작업을 수행한 후 또는 스킵한 후에, 해당 블록평면 내의 가상 데이터블록에 대응하는 저장블록들의 데이터 값들을 배타적 논리합(XOR) 연산한 후, 상기 연산 결과를 해당 블록평면에 대한 패리티블록 PY_1 에 저장하여 데이터를 복구하면 된다.

<67> 이로써, 모든 에러블록의 데이터 복구가 완성되어 복구 작업이 종료하게 된다.

- <68> 본 실시예에서는 XYZ 직교 좌표상의 3차원 블록 매트릭스를 예시하여 기술하였으나, 이에 한정되지는 않고, 디스크 내의 하나의 데이터블록이 3개의 패리티 그룹에 관련될 수 있는 것이면 어떠한 가상 좌표계라도 이용할 수 있음은 물론이다.
- <69> 또한, 본 실시예에서는 $M * M * M$ 의 3차원 블록 매트릭스를 예시하여 기술하였으나, 정육면체 매트릭스 형태만에 한정되지는 않고, $A * B * C$ 의 3차원 블록 매트릭스 (A , B , C 는 임의의 정수) 형태로 가상 데이터 블록을 배치할 수 있음은 물론이다.
- <70> 본 실시예에서는 동일한 X_i 좌표를 갖는 가상 데이터블록으로 구성된 블록평면을 X_i 블록평면으로 정의하였으나, 이에 한정되지는 않고, XY , YZ 및 ZX 평면에 대해 평행한 각 블록평면을 식별할 수 있는 것이면 어떠한 정의라도 무방함은 물론이다.
- <71> 본 실시예에서는 하나의 블록평면 내의 가상 데이터블록이 디스크 내의 저장블록에 모두 할당된 직후 해당 블록평면에 대한 가상 패리티블록을 디스크 내의 저장블록에 할당하는 것으로 기술하였으나, 이에 한정되지는 않고 하나의 블록평면 내의 가상 데이터블록이 디스크 내의 저장블록에 모두 할당된 후에는 언제든지 해당 블록평면에 대한 가상 패리티블록을 디스크 내의 저장블록에 할당될 수 있음은 물론이다.
- <72> 본 실시예에서는 하나의 블록평면 내의 가상 데이터블록이 디스크 내의 저장블록에 순차적으로 할당되는 것으로 기술하였으나 이에 한정되지 않고, 각 디스크마다 하나씩 할당되기만 하면 각 디스크 내에서의 저장블록의 물리적 순서와는 무관함은 물론이다.

<73> 본 실시예에서는 X, Y 및 Z 블록평면의 순서로 에러블록 복구 작업을 수행하는 것으로 기술하였으나, 이에 한정되지는 않고, 어떠한 순서로 하여도 무방함은 물론이다.

【발명의 효과】

<74> 이상 설명한 바와 같이, 본 발명에 따르면, 복수의 에러블록, 특히 동일 패리티 그룹 내에서 세 개 이상의 에러블록이 발생한 경우에도 에러 복구가 가능하게 됨으로써 저장매체의 복구 능력을 향상시키고 데이터의 신뢰성 및 안정성을 극대화시킬 수 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

복수의 저장블록을 갖는 복수의 디스크로 구성된 외부 저장 서버 시스템에서의 패리티 저장 방법에 있어서,

상기 디스크들의 총 저장블록 중에서 데이터블록 및 패리티블록으로 각각 사용될 블록의 수를 결정하는 단계와;

상기 데이터블록의 수량에 대응하여 XYZ 직교좌표 상에서 가상의 데이터블록으로 구성된 3차원 블록 매트릭스를 구축하는 단계와;

상기 X, Y 및 Z 방향에서 상기 블록 매트릭스의 각 블록평면에 대해 가상 패리티 블록을 배정하는 단계와;

상기 가상 데이터블록 및 상기 가상 패리티블록을 상기 디스크 내의 저장블록에 각각 할당하는 단계와;

상기 블록평면 내의 가상 데이터블록에 대응하는 저장블록들의 데이터 값에 기초하여 패리티 값을 구하는 단계와;

해당 블록평면에 대한 가상 패리티블록이 저장될 저장블록에 상기 패리티 값을 저장하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 외부 저장 서버 시스템에서의 패리티 저장 방법.

【청구항 2】

제 1항에 있어서,

상기 데이터블록 및 패리티블록의 수는 상기 디스크들의 총 저장블록 수 $K \geq M^3 + 3M$ 로 되는 최대 정수 M 을 구하여 총 패리티블록 수 $N_{PB} = 3M$ 으로, 총 데이터블록 수 $P_{DB} = M^3$ 으로 결정되며, 상기 블록 매트릭스의 3차원 구조는 $M * M * M$ 으로 되도록 구성되는 것을 특징으로 하는 외부 저장 서버 시스템에서의 패리티 저장 방법.

【청구항 3】

제 1항에 있어서,

상기 블록 할당 단계는

해당 블록평면 내의 가상 데이터블록이 상기 디스크의 저장블록에 모두 할당된 후 상기 블록평면에 대한 가상 패리티블록을 상기 디스크 내의 저장블록에 할당하는 것을 특징으로 하는 외부 저장 서버 시스템에서의 패리티 저장 방법.

【청구항 4】

제 1항에 있어서,

상기 패리티 값을 구하는 단계는

해당 블록평면 내의 가상 데이터블록에 대응하는 저장블록들의 데이터 값들을 배타적 논리합(XOR) 연산하는 것을 특징으로 하는 외부 저장 서버 시스템에서의 패리티 저장 방법.

【청구항 5】

복수의 저장블록을 갖는 복수의 디스크로 구성된 외부 저장 서버 시스템에서의 에러블록 복구 방법에 있어서,

제 1항 내지 제 4항 중 어느 한 항에 있어서의 패리티 저장 방법에 의해 데이터 및 패리티를 저장하는 단계와;

복수의 저장블록에서 에러 발생시 X, Y 및 Z 방향에서 각 블록평면에 대한 가상 패리티블록에 대응하는 패리티 블록을 이용하여 복구하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 외부 저장 서버 시스템에서의 에러블록 복구 방법.

【청구항 6】

제 5항에 있어서,

상기 복구 단계는,

각 블록평면 내에 에러블록의 수를 확인하는 단계와;

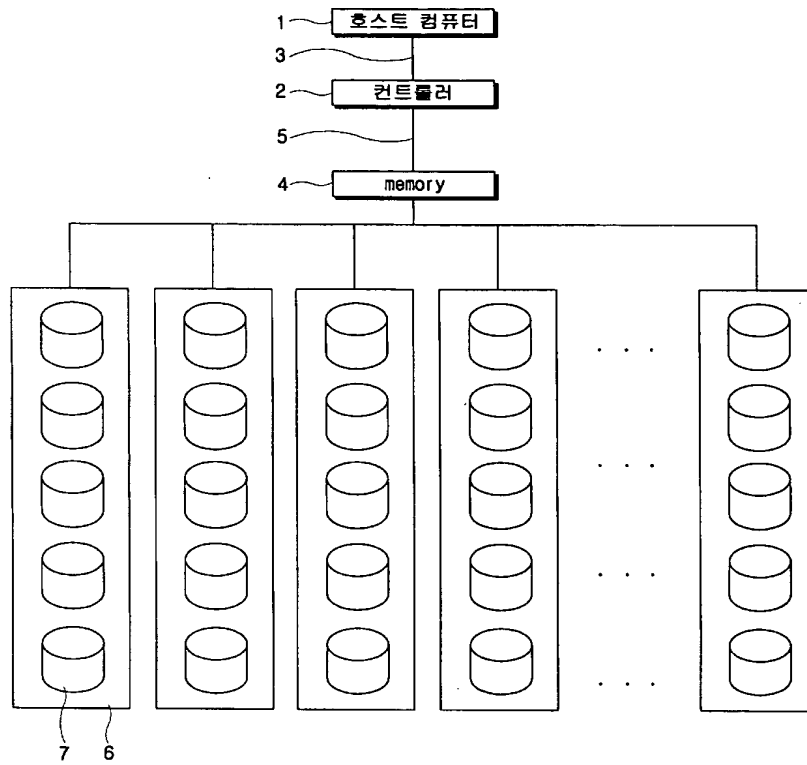
에러블록이 없거나 둘 이상인 것으로 판단된 경우 스킵하고, 에러블록이 하나인 경우에 그 에러블록을 제외한 블록평면 내의 가상 데이터블록에 대응하는 저장블록들의 데이터 값들을 배타적 논리합(XOR) 연산하는 단계와;

상기 연산 결과를 해당 블록평면에 대한 패리티 값과 비교하여 에러블록을 복구하는 단계와;

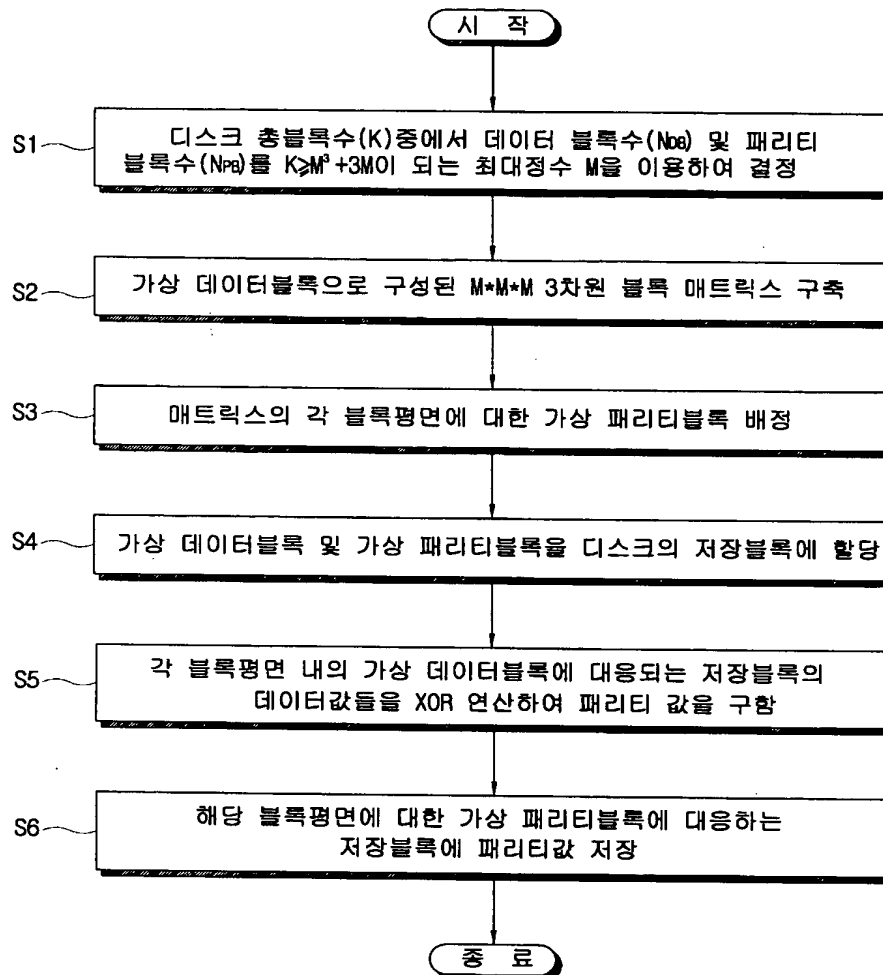
상기의 단계들을 X, Y 및 Z 방향으로 순차적으로 적용함을 반복하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 외부 저장 서버 시스템에서의 에러블록 복구 방법.

【도면】

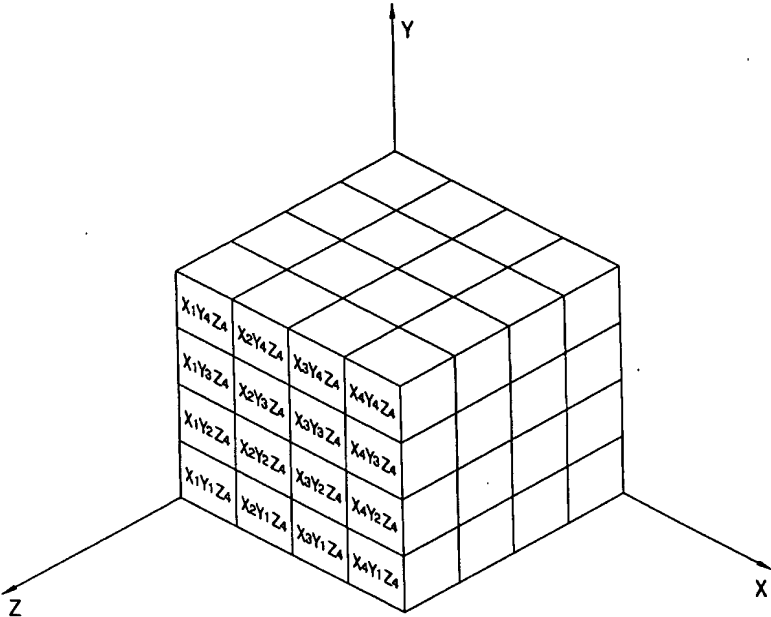
【도 1】



【도 2】

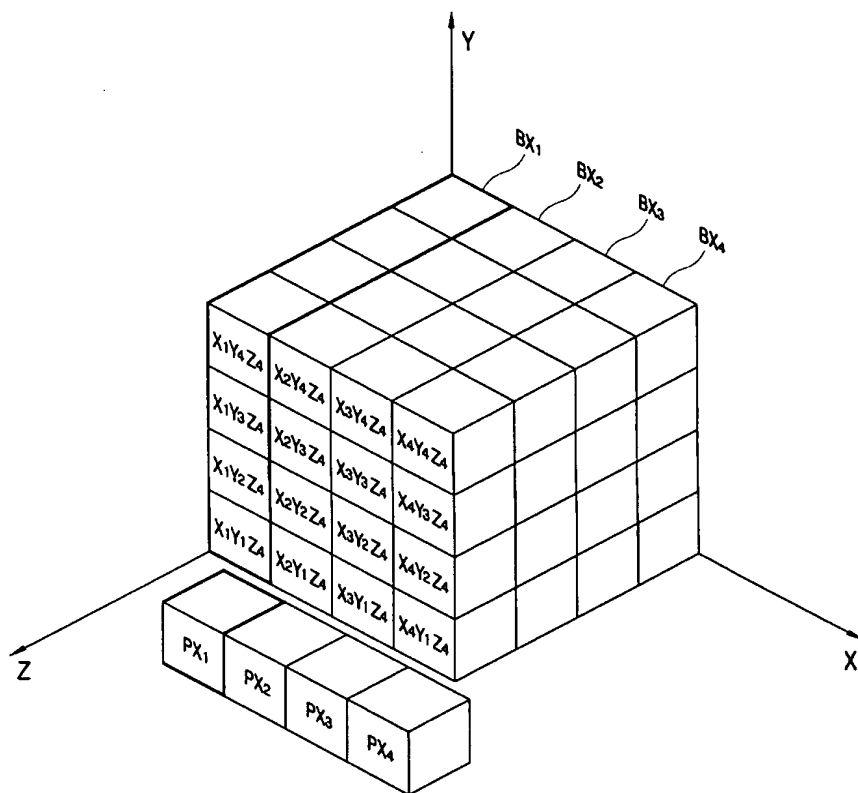


【도 3】

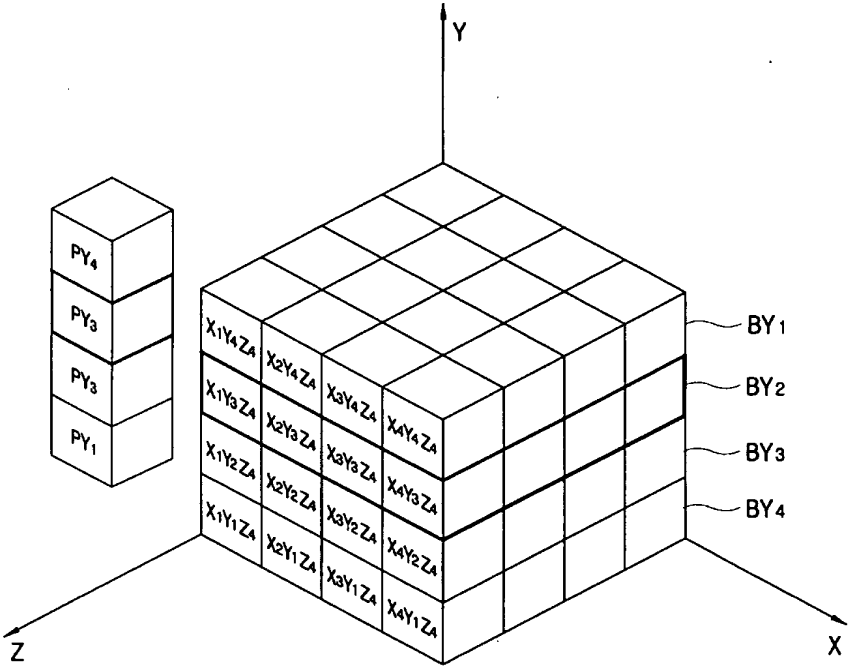




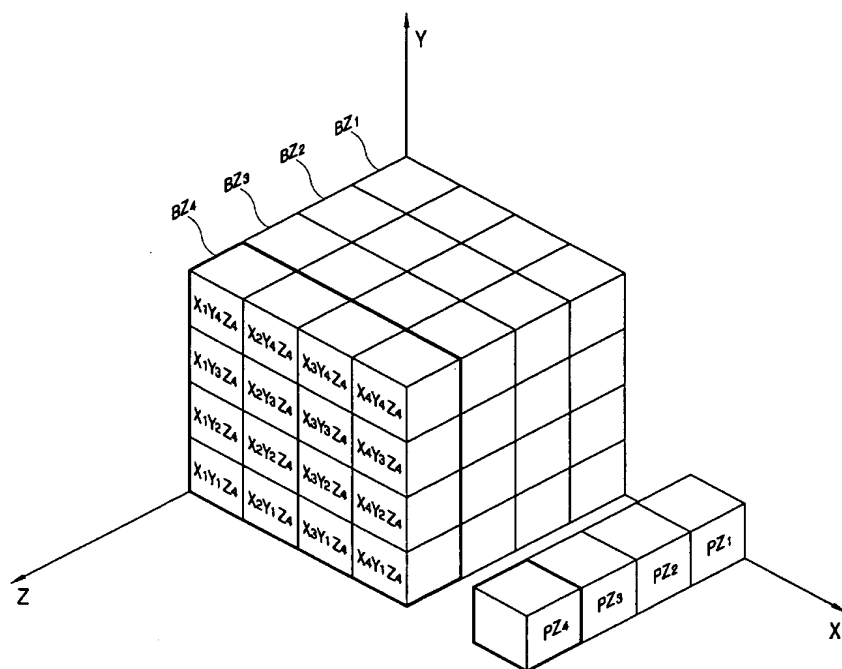
【도 4】



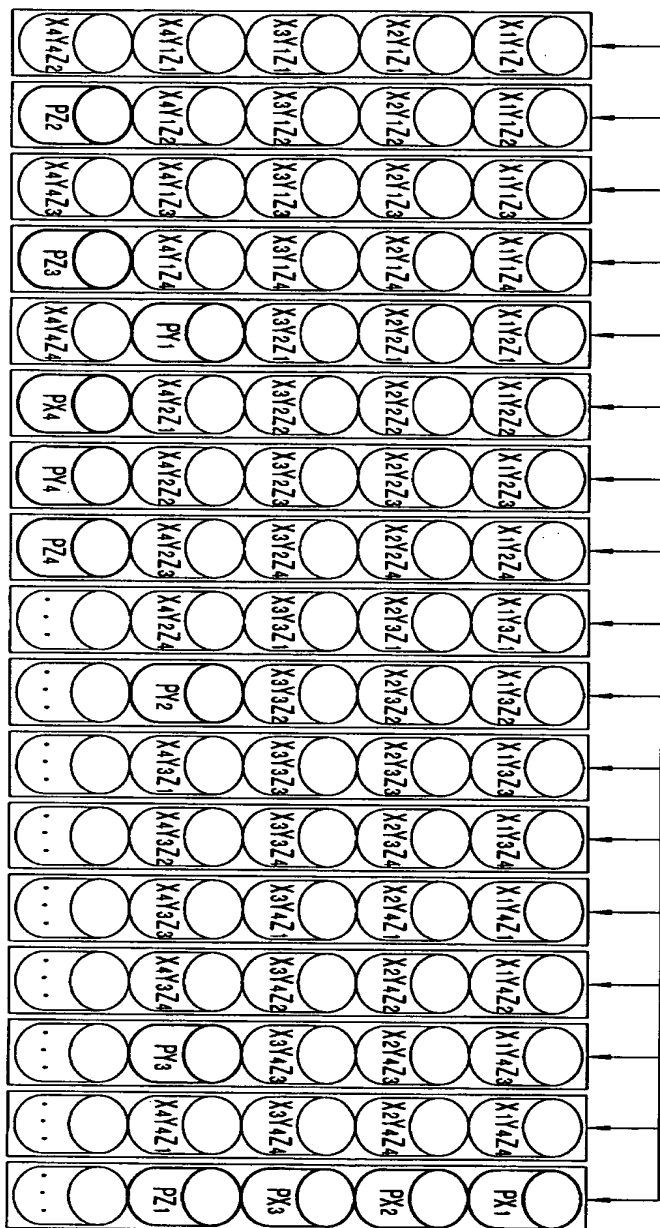
【도 5】



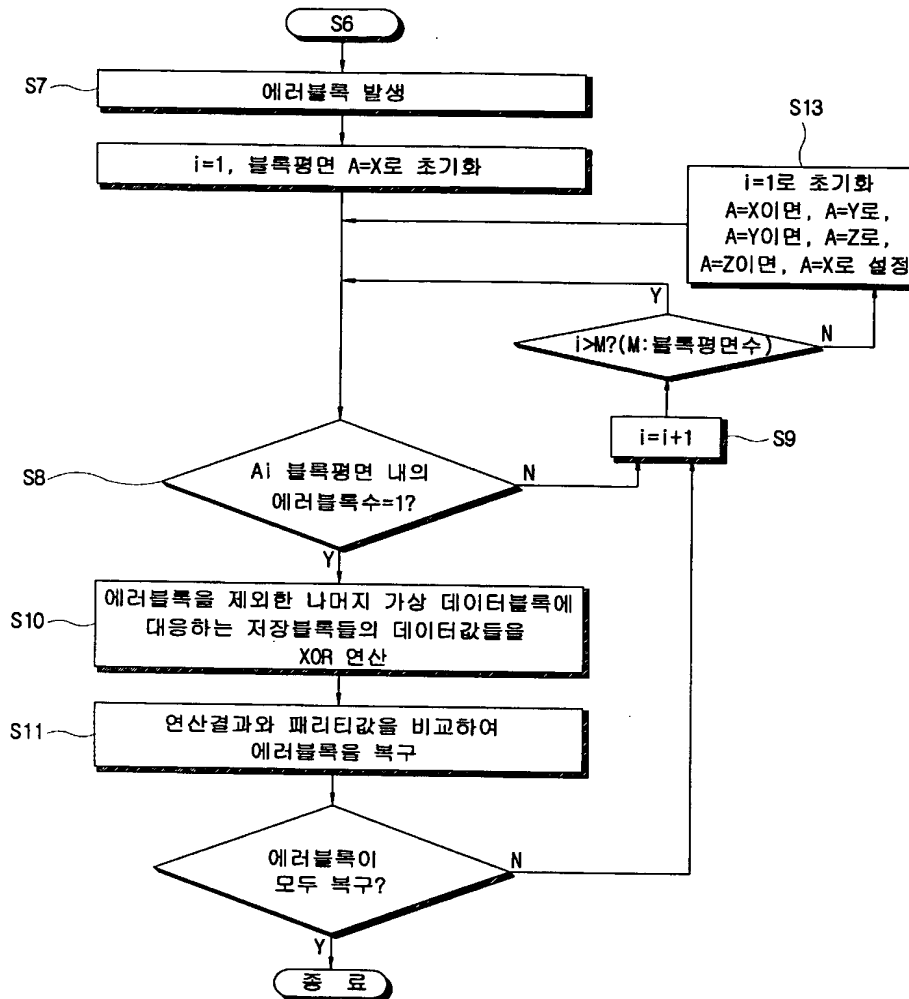
【도 6】



【도 7】



【도 8】



【도 9】

